

PHASED ARRAY SONAR

Publication number: JP63223558 (A)

Publication date: 1988-09-19

Inventor(s): TAKEUCHI YASUTO +

Applicant(s): YOKOGAWA MEDICAL SYST +

Classification:


- international: **A61B8/00; A61B8/06; G01N29/04; G01N29/22; G01N29/24; G01N29/44; A61B8/00; A61B8/06; G01N29/04; G01N29/22; G01N29/24; G01N29/44;** (IPC1-7): A61B8/00; A61B8/06; G01N29/04

- European:

Application number: JP19870058450 19870313

Priority number(s): JP19870058450 19870313

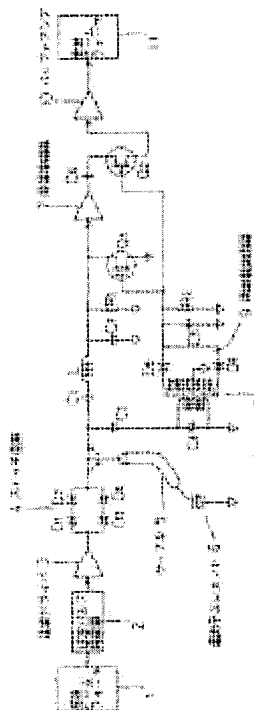
Also published as:

 JP2552475 (B2)

Abstract of JP 63223558 (A)

PURPOSE: To substantially permit wave reception processing even during wave transmission so that there are no dead zones by interrupting a wave reception signal only during the wave transmission and in the short time thereafter for each of respective ultrasonic oscillators.

CONSTITUTION: Part of the wave transmission pulses at the time of transmitting the ultrasonic waves by an oscillator element 6 are subjected to voltage division by capacitors C3, C4 and a capacitor C5 is charged via a high-frequency transformer 8 and a current rectifier circuit 9. This charge voltage is discharged by the short time constant by the capacitor C5 and a resistor R2 and FETs Q1, Q2 are respectively turned on and off. Then the input side of a wave reception amplifier 7 is grounded and the output side is interrupted, by which the wave reception signal is interrupted during the wave transmission and in the short time after the wave transmission. The wave transmission signals from the respective oscillator elements are transmitted in the respectively different delay time except the time when the azimuth of the ultrasonic beam is not at the front and, therefore, any of the elements is brought into the wave reception state. The wave reception processing is thus permitted even during the wave transmission and the dead zones are eliminated.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

FA

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-223558

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)9月19日

G 01 N 29/04

N-6928-2G

A 61 B 8/00

8718-4C

8/06

8718-4C

G 01 N 29/04

B-6928-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 フェーズドアレイソナー

⑭ 特 願 昭62-58450

⑮ 出 願 昭62(1987)3月13日

⑯ 発 明 者 竹 内 康 人 東京都立川市栄町6丁目1番3号 横河メディカルシステム株式会社内

⑰ 出 願 人 横河メディカルシステム株式会社 東京都立川市栄町6丁目1番3号

明 細 書

1. 発明の名称

フェーズドアレイソナー

2. 特許請求の範囲

(1) 複数の振動子エレメントで構成された振動子アレイを有し、超音波ビームを電子的に制御して媒体中に照射し、同一振動子エレメントにより反射波を受波する短距離用フェーズドアレイソナーにおいて、前記各構成振動子エレメントに付随する送信回路の送波信号を処理して該送信回路に繋がる受信回路への前記送信回路からの送波信号の侵入を防止する受信回路遮断手段と、前記送波信号の一部を前記受信回路遮断手段に導入する手段とを具備することを特徴とするフェーズドアレイソナー。

(2) 前記振動子アレイは、各振動子エレメントを曲面状に配置して構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のフェーズドアレイソナー。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、医用、工業用又は水圏用等の短距離フェーズドアレイソナーに関し、特に送波を行っている時間帯にも受波できるように改良したフェーズドアレイソナーに関する。

(従来の技術)

フェーズドアレイソナーは、送波する超音波ビームが特定の方位角において、波面が崩壊するように、多数の振動子エレメントのそれぞれに一次関数状の遅延分布を与えて、超音波ビームに指向性を持たせ、電氣的又は電子的にビームを揺らせることにより電子走査を行い、又、二次関数状の遅延分布を与えてビームを絞らせる電子フォーカス技法により方位分解能の向上を図って、超音波ビームの送受を行っている。

(発明が解決しようとする問題点)

従来、この種のソナーにおいては、送波と受波とを同一の振動子エレメントを用いて行っている。従って、送波中は受波はできないものと考えられ

ていた。前述のように送受波に同一振動子エレメントを共用しているので、個々のエレメントが送波しているときに受波できないのは止むを得ない。又、送受切り替えスイッチ又は受信増幅器の入力部のリミッタが送波パルスの受波ビームフォーマへの分流を抑圧しようとして動作しても、送波エネルギーの極僅かでも受信増幅器側へ洩れてくると、そのエネルギーはその超音波パルスが送波された時点において受波されるエコー、即ち、この送波パルスの1つ前の送波パルスによる最遠方のエコー源からのエコーよりも遙かに強大で、そのエコーを掻き消してしまうのが実状であった。今、超音波パルスの繰り返し周波数（以下PRFという）を f_r 、音速を c とすると、次式の d に相当する超音波プローブからの距離付近に死感度帯を生じる。

$$d = c / (2 f_r) \quad \dots (1)$$

又、逆に或る距離にあるエコー源からのエコーを探索するのに適用できるPRFには制約が有って自由に選ぶことができないというような結果を招

いている。このことは特にPRFを高くした高繰り返し周波数法（以下HPRF法という）にとって、取り得るPRFの自由度を制約される最大の原因となっている。

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、その目的は、実質的に送波中においても受波が可能でフェーズドアレイソナーを実現することにある。（問題点を解決するための手段）

前記の問題点を解決する本発明は、複数の振動子エレメントで構成された振動子アレイを有し、超音波ビームを電子的に制御して媒体中に照射し、同一振動子エレメントにより反射波を受波する短距離用フェーズドアレイソナーにおいて、前記各構成振動子エレメントに付随する送信回路の送波信号を処理して該送信回路に繋がる受信回路への前記送信回路からの送波信号の侵入を防止する受信回路遮断手段と、前記送波信号の一部を前記受信回路遮断手段に導入する手段とを具備することを特徴とするものである。

（作用）

振動子アレイを構成する個々の振動子エレメントに付随する送信回路からの送波信号の一部を受信回路に導入し、前記の送波信号によって高速で応答し、受信回路への入力回路を接地又は断路して、送波信号の限られた期間のみ受信回路への入力信号を遮断する。

（実施例）

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例の多チャネルの振動子アレイを有するフェーズドアレイソナーの1チャネルのみを示した回路図である。他のチャネルも全く同様なので、1チャネルのみについて説明する。図において、1は各構成振動子エレメントに供給するために入力トリガ信号に所定の遅延量を与えて時間分布を作り出す送波ビームフォーマである。2は前記送波ビームフォーマ1の出力トリガ信号により高周波パルス信号又は高周波パースト信号を発生する送波パルス発振器で、その出力信号は送波ドライバ3により電力増幅される。

4は同一方向に直列接続した高電圧動作のダイオード D_1 、 D_2 に、同じく同一方向に直列接続した高電圧動作のダイオード D_3 、 D_4 を逆並列接続したスイッチ回路で、送波高周波信号はスイッチ回路4を通過し、ケーブル5を経て振動子エレメント6に入力され、超音波パルスに変換されて送波される。反射物体からのエコー信号は振動子エレメント6で電気信号に変換されて、コンデンサ C_1 、コイル L を経て受信増幅器7に入力される。コンデンサ C_1 、コイル L 、コンデンサ C_2 はケーブル5の分布容量と振動子エレメント6の持つ静電容量と併せて、振動子エレメント6と受信増幅器7とをインピーダンスマッチングさせるための π 形インピーダンスマッチ回路を形成している。又、このコンデンサ C_1 、コイル L 、コンデンサ C_2 による回路は入力受信信号を略半波長程遅らせる役目を果たしている。コンデンサ C_2 に並列に接続されている抵抗 R_1 は前記インピーダンスマッチ回路の Q を落して回路の周波数特性を平坦化させるための抵抗で、直流電流のリターン

回路を兼ねている。

C₃、C₄はスイッチ回路4からの送波信号の一部の入力信号を分圧するコンデンサである。8はコンデンサC₄にその1次巻線が並列に接続されている高周波トランスで、2次巻線の中点が接地されており、2次巻線の両端にダイオードD₅、D₆から成る両波整流回路9が接続されている。又、並列接続されたコンデンサC₅と抵抗R₂は両波整流回路9の出力端と接地間に接続されている。

Q₁は前記両波整流回路9の出力端をゲートに、受信増幅器7の入力端をドレインに接続され、ソースが接地されているnチャンネルエンハンスメント形MOS FETで通常オフになっている。C₆は受信増幅器7の出力信号を次段に接続するための結合コンデンサで、直流電圧をカットし、高周波信号のみを出力させる。Q₂はドレインがコンデンサC₆に、ソースが次段のバッファアンプ10に接続され、ゲートを両波整流回路9に接続されているpチャンネルディプリーション形J

FETである。振動子エレメント6と受信増幅器7とは前記インピーダンスマッチ回路によってインピーダンスマッチングされており、又、インピーダンスマッチ回路は抵抗R₁によって回路のQを落されているので、受信信号は損失が少なく、波形歪も少ない状態で受信増幅器7に入力される。この信号はJFET Q₂を通り、バッファアンプ10で増幅され、受波ビームフォーマ11で他チャンネルの信号と整相加算されて出力される。

一方、スイッチ回路4から送波パルス信号が出力された時、その出力信号の一部はコンデンサC₃、C₄による分圧回路で分圧され、送波パルスの数分の一の信号レベルとなって高周波トランス8に入力され、両波整流回路9で整流されて、コンデンサC₅に充電される。この直流電圧はMOS FET Q₁のゲートに入力されるので、MOS FET Q₁のドレイン・ソース間は導通して受信増幅器7の入力側が接地し、受信増幅器7への入力信号を0にする。又、前記両波整流回路9の出力電圧はJFET Q₂のゲートに入

力され、通常オンになっている。11は多チャンネルの振動子エレメントからの信号を整相加算する受波ビームフォーマである。

次に、上記のように構成された回路の動作を説明する。送波ビームフォーマ1において所定の遅延を受けたトリガー信号により、送波パルス発振器2は励起されて高周波パルス信号を出力する。この出力信号は送波ドライバ3で電力増幅されてスイッチ回路4を通過する。スイッチ回路4のダイオードD₁、D₂は高周波信号の正側の信号を通過させ、ダイオードD₃、D₄は高周波信号の負側の信号を通過させるため送波信号は完全に通過することができるが、前記各ダイオードD₁～D₄は受信信号では動作せず、受信信号を送波ドライバ3に入力させることはない。スイッチ回路4を通過した高周波パルス信号はケーブル5を経て振動子エレメント6を駆動して超音波信号に変換され送波される。反射物体からのエコー信号は振動子エレメント6で受波され、電気信号に変換され、ケーブル5を逆に進んで受信部に入力され

る。振動子エレメント6と受信増幅器7とは前記インピーダンスマッチ回路によってインピーダンスマッチングされており、又、インピーダンスマッチ回路は抵抗R₁によって回路のQを落されているので、受信信号は損失が少なく、波形歪も少ない状態で受信増幅器7に入力される。この信号はJFET Q₂を通り、バッファアンプ10で増幅され、受波ビームフォーマ11で他チャンネルの信号と整相加算されて出力される。

力され、通常オン状態にあるJFET Q₂をオフにしてバッファアンプ10への入力回路を切断する。この場合、コンデンサC₁を経て受信増幅器7の方に進む受信信号はコンデンサC₁、コイルL、コンデンサC₂で構成される回路によって半波長程度の遅延を受けるため、MOS FET Q₁、JFET Q₂の動作後に到達するので、送信信号が受信増幅器7に入力されることは起こらない。コンデンサC₅と抵抗R₂による時定数は非常に小さく、通常の装置の場合0.5μs程度に選んである。従って、シャントスイッチであるMOS FET Q₁とシリーズスイッチであるJFET Q₂は共に送波パルスの終端から前記の時定数程度の時間内には動作状態から常態に戻るもので、送信後極めて短時間後に受信信号の受信が可能になる。受信信号が両波整流回路9に入っても信号が微弱なのでMOS FET Q₁及びJFET Q₂によるスイッチ回路は動作しない。

各チャンネルがこのように信号処理されているの

で、超音波ビームの方位角が正面以外のときは、各振動子エレメントからの送波信号はそれぞれ異なる遅延時間によって送波されていて、受信回路のデッドタイムも全部異なっており、又、このデッドタイムは極めて単時間のため超音波ビーム送波時にも受信不可能な受信回路は少なく、どれかの受信回路は動作しているので振動子アレイの一部の振動子エレメントが送波しているときに到達したエコー信号も受信することができる。第2図は、振動子アレイからの送受波の状態を示す説明図である。図において、14は多チャンネルの振動子エレメントで構成された振動子アレイで、送波ビーム15を送波している。16は前回の送波ビームによって生じたエコー信号で、振動子アレイ14に向かって進んでいる。(イ)図から(ニ)図までの図は時間の経過に伴う送波ビーム15とエコー信号16の関係位置の変化を示している。(ロ)図において、17は送波ビーム15とエコー信号16が振動子アレイ14の端部で重なってその部分のエコー信号が受信できない振動子エレ

メントの部分である。この時点においても他の部分では振動子エレメント上で重なることは無く、振動子アレイ14としては受信可能である。

超音波ビームの照射方向が超音波探触子の正面であって、すべての振動子エレメントの送波時刻が大略揃ってしまって受波に振り向けられるチャネルが取れなくなることを防止するためには振動子エレメント6を平面状に整列させない曲面アレイ又はコンフォーマルアレイのような振動子アレイを用いればよい。この振動子アレイの例を第3図に示す。(イ)図は凸面状に振動子エレメントを並べた例であり、(ロ)図は一重の三角屋根状、(ハ)図は二重の三角屋根状に並べた例である。振動子アレイの厚みを送波パルスの中での厚みに対し、おおよそ2倍以上の厚みを持たせれば送波時刻が揃ってしまうことは無くなって目的を達する。

以上詳細に説明したように本実施例の回路によれば、超音波ビームの方位角を正面にしたとき以外は個々の振動子エレメントに属する送受信回路

では受信できない状態が存在しても振動子アレイの観点から見るときは常に受信可能な状態にあって、PRFに無関係に受信できるようになった。更に、振動子エレメントの配列を適当に選ぶことにより、超音波ビームの方位角に拘らず常に受信可能な状態にすることもできるようになった。

超音波ドプラ装置において、パルスドプラ法によって生ずる高速移動物体の折り返し現象を避けるため連続波ドプラを用いた場合、送受信を同時に行うことが困難なので、その代用として高いPRFで送信するHPRF法や、更にPRFを高くしたUHPRF法及び擬似連続波ドプラ法(以下QCW法という)が用いられるようになっている。例えばQCW法について説明すると、第4図のようなタイミングで送信する。図において、20は振動子アレイが超音波を送信している時間で、21はエコー信号を受信している時間である。この方法においては振動子エレメントを送受に共用しているため受信状態の時は送信することができずに死感度帯を生じる。第5図はQCW法にお

けるエコー信号が捨てられる率及び死感度帯を示す図である。この図は50%送波、50%受波のデューティ比1の場合の送波点からの距離に対する信号の捨てられる率と死感度帯を示したものである。図において、22は死感度帯で、送波点から(1)式で示す距離毎に現われるエコー信号を得ることのできない点である。この場合も本実施例の装置を用いれば、死感度帯点22からのエコー信号も必ず受信している振動子エレメントが存在するので、第5図に示すような明らかな死感度帯点22が存在しなくなる。

尚、本発明は上記実施例に限るものではなく、例えばJFET Q₂によるシリーズスイッチ回路は必ず必要というものではなく、省略しても良い。又、FETを用いないで他のスイッチング素子を使用しても良い。更に、スイッチ回路自体も異なる形式のものを使用しても差支えない。

(発明の効果)

以上詳細に説明したように本発明によれば、各振動子エレメント毎に送波中とその後の極めて短

時間のみ受信回路への入力信号を遮断することにより、振動子エレメントの配置の方法の改善と相俟って振動子アレイとしては常に受信可能な、完全なデッドゾーンの無いフェーズドアレイソナーを実現することができ、実用上の効果は大きい。

4. 図面の簡単な説明

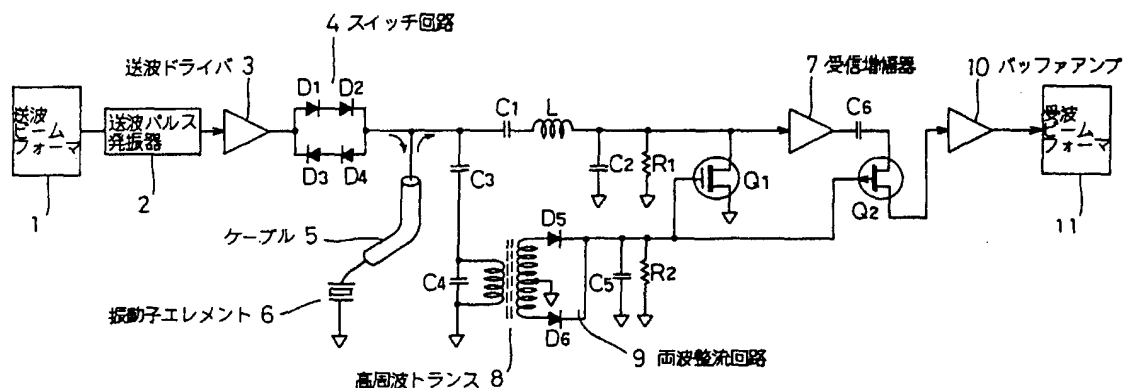
第1図は本発明の一実施例の1チャンネルのみを示した回路図、第2図は振動子アレイからの送受波の状態を示す説明図、第3図は死感度の方位角を無くするための振動子エレメントの配置例の図、第4図はQ C W法の送受信のタイミングを示す図、第5図はQ C W法におけるエコー信号の捨てさられる率及び死感度帯を示す図である。

- 1…送波ビームフォーマ
- 2…送波パルス発振器
- 3…送波ドライバ
- 4…スイッチ回路
- 5…ケーブル
- 6…振動子エレメント
- 7…受信増幅器
- 8…高周波トランス
- 9…両波整流回路
- 10…バッファアンプ
- 11…受波ビームフォーマ

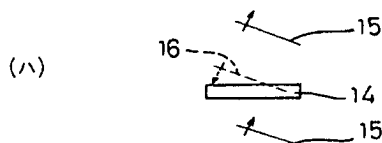
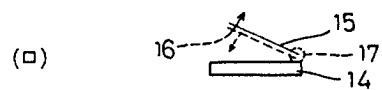
Q₁…nチャンネル エンハンスメント形MOS
FET
Q₂…pチャンネル ディブリーション形
JFET

特許出願人 横河メディカルシステム株式会社

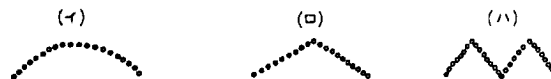
第 1 図



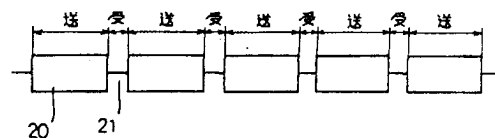
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

